



## ВЫ ВСЕ ЕЩЕ ИСПОЛЬЗУЕТЕ СПИРТ ДЛЯ ПРОТИРКИ ТРАФАРЕТОВ?

Алексей Кивелев

lines@ostec-group.ru

Согласно статистике значительная доля дефектов в процессе поверхностного монтажа возникает на этапе трафаретной печати. Нередко эта доля превышает 60% от всех дефектов после пайки. Одним из основных способов их устранения, наряду с использованием высокоточного автоматизированного оборудования, является процесс очистки трафарета с нижней стороны.

При нанесении паяльной пасты методом трафаретной печати происходит постепенное загрязнение трафарета. Некачественная или редкая очистка трафарета отрицательно сказывается на последующих оттисках, в результате чего может пострадать надежность и качество как паяного соединения, так и всего устройства в целом. Остатки паяльной пасты с нижней стороны трафарета могут попадать на поверхность печатного узла при совмещении платы с трафаретом, вследствие чего возникают различные дефекты в процессе пайки:

- перемычки и шарики припоя;
- пропуски при нанесении (особенно для компонентов с малым шагом);
- пустоты в паяных соединениях;
- неправильная форма галтели после пайки оплавлением.

Для обеспечения стабильно высокого качества трафаретной печати важно обеспечить своевременную очистку трафарета. Различают два основных этапа очистки трафаретов:

1. Очистка трафарета с нижней стороны непосредственно в процессе трафаретной печати.
2. Полная очистка трафарета (выполняется перед длительными промежутками в процессе трафаретной печати). Различают ручной и автоматизированный метод очистки.

Обзор оптимизации процесса полной очистки трафаретов приведен в статье «Как промывочные жидкости влияют на себестоимость отмытки в электронике. По результатам выступления на симпозиуме Асолд-2010», бюллетень «Поверхностный монтаж» № 2, март 2011. В данной статье мы подробно рассмотрим очистку трафарета с нижней стороны в процессе трафаретной печати.

Израильская компания Sanmina-SCI провела исследования по модернизации технологического процесса очистки трафарета. Основная проблема заключалась в образовании шариков припоя с диаметром до 0,5 мм на поверхности печатного узла (рис. 1). Такого рода дефекты не соответствуют требованию стандарта IPC-A-610C раздела 12.4.10 «Дефекты пайки компонентов поверхностного монтажа. Шарики припоя/бусинки припоя», так как диаметр шариков превышает максимально допустимое значение - 0,13 мм. Кроме

того, используемая промывочная жидкость приводила к изменению реологических свойств паяльной пасты (вязкость, стойкость к растеканию). Наблюдалось «вдавливание» частиц припоя, входящих в состав паяльной пасты, в поверхность трафарета при проходе ракеля (рис. 2).

В данной работе компании Sanmina-SCI использовался комплексный подход в решении поставленных задач. Прежде чем приступить к организации качественной очистки трафарета квалифицированные инженеры провели исследование всех процессов поверхностного монтажа с целью выявления и устранения возможных причин, которые связаны с образованием шариков припоя.

### ЭТАП 1 ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

Проведение экспериментов заключалось в следующем:

1. Осуществлялся строгий контроль над параметрами процесса трафаретной печати, такими как: скорость и давление ракеля, точность совмещения трафарета с платой, повторяемость характеристик наносимой паяльной пасты, время между нанесением пасты и оплавлением.
2. Осуществлялся строгий контроль над процессом установки компо-

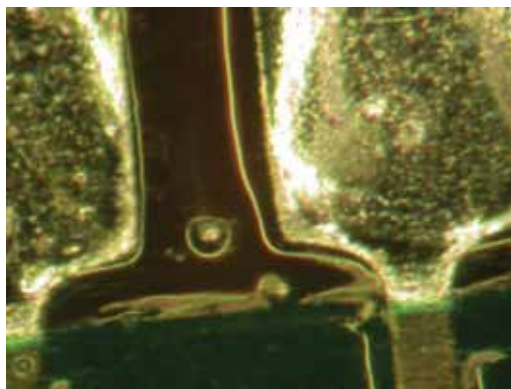


Рис. 1 Первоначальная проблема - шарики припоя



Рис. 2 Влияние промывочной жидкости на трафарет

ентов во избежание выдавливания пасты за пределы контактных площадок устанавливаемым элементом.

3. Чтобы определить влияние внешней среды на качество протекания процесса, проводилось исследование пайки изделий в воздушной и в азотной среде.
4. Проводился визуальный и рентгеновский контроль для обнаружения шариков припоя между контактными площадками и под компонентами, так как предъявлялись жесткие требования к качеству готового печатного узла. Рентгеновский контроль также использовался для измерения диаметра шариков припоя (по координатной сетке).

В результате проведенных исследований были определены оптимальные параметры процесса трафаретной печати и процесса установки компонентов, уменьшено время между нанесением паяльной пасты и пайкой оплавлением. Пайка изделий стала осуществляться в азотной среде вместо воздушной, что предотвращало окисление припоя, контактных площадок и выводов компонентов. Но, несмотря на внесение необходимых изменений в технологический процесс поверхностного монтажа, проблема образования шариков припоя сохранилась (рис. 3).

## ЭТАП 2 ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ТРАФАРЕТА

Следующим этапом в решении вопроса, связанного с образованием шариков припоя после пайки, являлось усовершенствование технологического процесса очистки трафарета с нижней стороны. Необходимо было подобрать эффективную промывочную жидкость, чтобы исключить расплывание и изменение формы отпечатков в процессе трафаретной печати. Промывочная жидкость должна удовлетворять следующим требованиям:

1. не оказывать влияния на свойства паяльной пасты;
2. не разрушать материал трафарета;

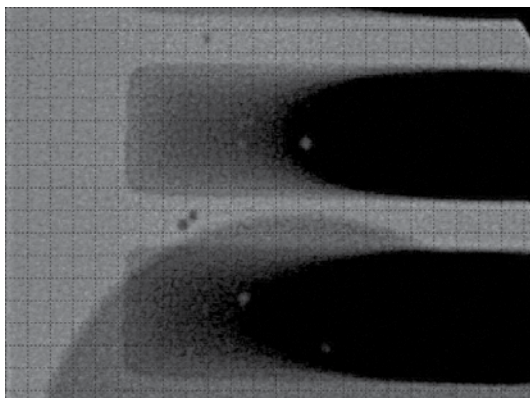


Рис. 3 Результаты контроля после оптимизации технологических процессов поверхностного монтажа

3. иметь высокую точку вспышки, чтобы исключить необходимость использования специального пожаробезопасного оборудования;
4. обладать высокой эффективностью для полного удаления загрязнений с трафарета и устранения образования шариков припоя;
5. обладать длительным сроком использования готового раствора до момента его полной замены.

Первоначально технологический процесс очистки трафарета с нижней стороны проходил с использованием изопропилового спирта, который оказался плохо совместим с паяльной пастой. Промывочная жидкость проникала через апертюры трафарета и взаимодействовала с остатками пасты (рис. 4).

В случае использования изопропилового спирта происходило лишь частичное растворение остатков паяльной пасты, и при повторном нанесении форма отпечатков менялась: наблюдались растекание пасты за пределы контактной площадки, неравномерность нанесения, пропуски и т.п. Как результат, после пайки при проведении визуального контроля на плате осталось недопустимое количество шариков припоя (рис. 5).

Было отмечено, что при увеличении частоты очистки трафарета изопропиловым спиртом (уменьшение количества проходов ракеля между очистками) образование шариков припоя даже увеличивалось. Изопропиловый спирт, являющийся причиной образования большого количества дефектов, не одобрен ни одним из производителей оборудования для трафаретной печати.

Команда инженеров приняла решение о замене изопропилового спирта на более эффективную промывочную жидкость, которая разрабатывалась специально для использования в автоматах трафаретной печати – Zestron SW. Эта жидкость на основе спиртовых модифицированных соединений создавалась совместно с лидирующими предприятиями, выпускающими оборудование для трафаретной печати, в частности, компанией DEK (Великобритания) (рис.6). Промывочная жидкость Zestron SW не содержит галогенов, имеет нейтральный pH, высокую точку вспышки (67°C) и длительное время жизни. Как показывают многочисленные эксперименты, проведенные компанией Zestron совместно с мировыми производителями технологических материалов и оборудования для трафаретной печати, Zestron SW эффективно удаляет остатки всех типов неоплавленных паяльных паст. Рентгеновский контроль печатного узла после пайки оплавлением показал, что проблема образования шариков припоя на плате устранена. Результаты визуального контроля по-



Рис. 4 Проникновение промывочной жидкости через апертюры трафарета



Рис. 5 Результат визуального контроля при отмывке трафарета с использованием изопропилового спирта



Рис. 6 Промывочная жидкость Zestron SW одобрена компанией DEK

казаны на рис. 7.

Также удалось добиться эффективной отмывки через каждые 15 плат, а в случае применения изопропилового спирта отмывка проводилась через каждые три платы. Удалось снизить количество наносимой промывочной жидкости и время ее дозирования (при использовании изопропилового спирта время дозирования составляло 0,5 сек, а при использовании Zestron SW – 0,2 сек). В результате, достигнуто суммарное сокращение стоимости и времени процесса, увеличение производительности. Подробное сравнение двух процессов очистки представлено в таблице 1.

После внедрения промывочной жидкости Zestron SW суммарная стоимость процесса трафаретной печати снизилась в шесть раз (значительное сокращение циклов отмывки и дозы). Общий расход за один год изопропилового спирта на предприятии, где проводились исследования, составил 1200 литров, а при использовании промывочной жидкости Zestron SW – 200 литров!

Промывочная жидкость Zestron SW является универсальным средством. Зачастую в процессе производства возможно ошибочное или неправильное нанесение паяльной пасты. Перед повторным нанесением поверхность платы необходимо очистить от остатков паяльного материала. Использование Zestron SW позволяет производить качественную очистку не только оборудования для трафаретной

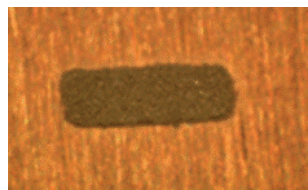


Рис. 7 Результат визуального контроля при отмывке трафарета с использованием Zestron SW

печати, но и осуществлять подготовку поверхности печатных узлов перед сборкой. Тем самым повышается экономическая эффективность процесса трафаретной печати.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, основная проблема заключалась в использовании неэффективной промывочной жидкости для очистки трафарета – изопропилового спирта, следствием чего являлось образование шариков припоя на поверхности печатного узла. Оптимизация процессов поверхностного монтажа незначительно улучшила ситуацию (по-прежнему наблюдалось большое количество шариков припоя). Устранить дефект удалось только после модернизации технологического процесса очистки трафарета с нижней стороны путем замены используемого ранее изопропилового спирта на промывочную жидкость Zestron SW. В результате значительно улучшилось качество получаемых отпечатков в процессе трафаретной печати, улучшилась повторяемость, устойчивость пасты к растеканию, снизилось образование шариков припоя.

Процесс очистки трафарета с использованием Zestron SW может быть более экономичным решением в сравнении с традиционными процессами с применением изопропилового спирта:

- Значительное снижение количества дефектов, что приводит к уменьшению количества брака готовой продукции и, как следствие, снижению затрат на ремонтные операции.
- Сокращение циклов отмывки (в пять раз).
- Уменьшение расхода промывочной жидкости (в шесть раз).

Таким образом, данный пример показывает, как организация эффективного технологического процесса очистки трафарета с нижней стороны может повысить качество и снизить себестоимость готовой продукции. Получить бесплатные образцы жидкости для очистки трафаретов Zestron SW и рекомендации по оптимизации процесса можно в отделе технологических материалов ЗАО Предприятие Остек.

При наличии эффективного решения для очистки трафаретов и возможности провести бесплатные испытания Zestron SW, стоит ли продолжать использовать изопропиловый спирт? ■■

Таблица 1 Сравнение технологических процессов отмывки трафарета с нижней стороны

	Технологический процесс с использованием изопропилового спирта	Технологический процесс с использованием Zestron SW	Отличительные особенности
Количество циклов отмывки	Каждые 3 платы	Каждые 15 плат	Суммарное сокращение стоимости и времени процесса. Увеличение производительности
Время дозирования промывочной жидкости	0,5 сек	0,2 сек	
Скорость влажной очистки	20 мм/сек	20 мм/сек	Существенных отличий нет
Скорость сухой очистки	30 мм/сек	30 мм/сек	
Образование шариков припоя	Постоянное образование шариков припоя. Несовместимость с паяльной пастой	Отсутствие разрушающего действия на паяльную пасту и, как следствие, отсутствие шариков припоя	Высокое качество технологического процесса очистки трафарета с нижней стороны
Точка вспышки	14°C	67°C	Не требует специальных мер защиты по взрывобезопасности оборудования
Совместимость с материалом трафарета	Плохая совместимость	Отличная совместимость	Совместимость материала доказана многими мировыми производителями оборудования для трафаретной печати
Рейтинг HMIS	2-3-1	1-2-0	Оказывает менее вредное воздействие на организм человека